

充電式アルミニウム空気電池

近年の深刻な問題である地球温暖化の主な原因はメタンや二酸化炭素(CO₂)など温暖化ガスの急増なので、例えば自動車のCO₂排出を抑制すべく、ハイブリッド自動車、電気自動車、燃料電池自動車などのエコロジー化が加速度的に進んでいます。また、風力や太陽光発電システムの電力貯蔵用としてのスマートグリッドにおける電気エネルギーの二次電池能力の向上なども開発のターゲットとなっており、地球環境にやさしいリチウムイオン二次電池は、今後急速な普及が見込まれています。

しかしながら今後の電気自動車用の二次電池、スマートグリッドに対応することが可能になるにはどうしてもさらなる二次電池の大容量化が必要となってきました。最近研究開発が進んできている全固体型リチウムイオン電池、マグネシウム、カルシウムなどを用いた多価イオン電池、金属-空気電池、金属硫黄電池がその次世代電池の最有力候補ですが、その二次電池化には解決すべき課題が山積みしています。例えば金属-空気電池の場合、負極に用いられる金属には亜鉛、ナトリウム、アルミニウム、マグネシウム、リチウム、鉄などが検討されていますが、負極において酸化された金属が還元されて元の金属に戻る反応は非常に化学的に困難であるし、また反応によって生じる副産物が電池内に蓄積されていき、円滑な電気化学的充放電反応の妨げになってしまうなど問題点が山積みしています。最高の二次電池としての容量を持つと言われるリチウム-空気電池の理論容量は11400 Wh/Kgですが、リチウムは空气中で極度に不安定であることも含め、様々な観点から材料として扱いにくくあまりにも実用化するには困難です。

そこで我々は金属-空気電池の中でも最も材料として安全で扱いやすく、安価で資源の面からも安心なアルミニウムに注目して研究を鋭意進めてきた。他の二次電池の金属材料と比較しても本件で使用しているアルミニウムは何と言っても安価であり、最も地球上でリサイクルされている金属であり資源量の観点からも安心である。また、アルミニウム-空気電池の理論容量は8100 Wh/Kgであり金属空気電池の中ではリチウムに次いで2番目の理論容量を持っており、リチウムイオン電池の約40倍程度の最大理論容量を持っています。しかしながら、従来のアルミニウム-空気電池は使い切りの一次電池でした。つまり充電できない形式でした。

弊社では新しい概念を基に、イオン液体系などの特殊電解液を社内で合成して用いることにより世界初のアルミニウム空気二次電池の研究開発を進めており、商品化を目指しています。

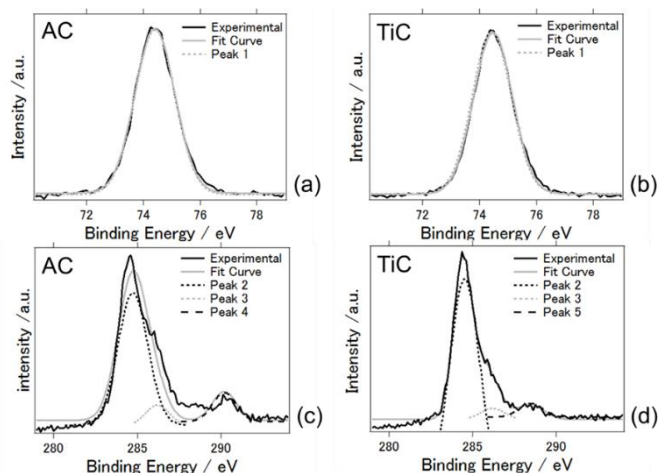


図1. 電気化学反応後の空気極のAl 2p 軌道のXPSスペクトル (a) AC (b) TiC。電気化学反応後の空気極のC1軌道のXPSスペクトル (a) AC (b) TiC。

sample	peak	binding energy (eV)	compounds bonding	peak area (%)
AC	peak 1	74.3	Al ₂ O ₃ /Al _x (OH) _y	100
TiC	peak 1	74.4	Al ₂ O ₃ /Al _x (OH) _y	100
AC	peak 2	284.7	carbon	83.9
	peak 3	286.6	alcohol / C with Cl	5.5
	peak 4	290.2	Carbonates	10.6
TiC	peak 2	284.6	carbon	87.8
	peak 3	286.4	alcohol / C with Cl	4.1
	peak 5	288.5	carboxyl	8.1

表1. 図14から算出したAl2pとC1軌道のピーク位置と面積



図2. RC2032型のアルミニウム空気電池試作品

1. R. Mori, RSC Adv., 2013, 3, 11547–11551.
2. R. Mori, RSC Adv., 2014, 4, 1982–1987.
3. R. Mori, RSC Adv., 2014, 4, 30346–30351
4. R. Mori, J. Electrochem. Soc., 2015, 162, A288–A294.
5. R. Mori, J. Appl. Electrochem., 2015, 45, 821–829.
6. R. Mori, J. Electron. Materials, 2016, 45, 3375–3382.
7. R. Mori, ECS Transaction. 2017, 80, 377-393.
8. R. Mori, RSC Advances, 2017, 7, 6389-6395.
9. R. Mori, Sustainable Energy & Fuels, 2017, 1, 1082-1089.
10. R. Mori, Phys. Chem. Chem. Phys., 2018, 20, 29983-29988.

弊社の英語学術論文。他、国際学会での発表、日本語での論文も多数